

# ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК [622.271:622.684]:658.514

Федорина А.В., Шаронова А.А., Осинцев Н.А., Пыталев И.А.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РАБОТЫ АВТОСАМОСВАЛОВ (НА ПРИМЕРЕ УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА)

**Аннотация.** В статье представлены результаты решения инженерного кейса «Открывая потенциал» команды победителя отборочного этапа Всероссийского Чемпионата по решению топливно-энергетических кейсов. Авторами предложен комплекс мероприятий, направленных на повышение производительности автомобилей-самосвалов на угольном разрезе. Комплекс включает в себя разработку программы ремонтов и графиков технического обслуживания и ремонта автомобилей, а также внедрение автоматизированной системы диспетчерского руководства автомобильным транспортом «КАРЬЕР» с модулем «Эксплуатационные затраты». Реализация предлагаемых мероприятий позволит увеличить производственную мощность угольного разреза, снизить эксплуатационные затраты на горюче-смазочные материалы, шины, техническое обслуживание и ремонт автомобилей.

**Ключевые слова:** горнотранспортный комплекс, карьер, автосамосвал, коэффициент технической готовности, производительность, диспетчерское управление, техническое обслуживание и ремонт, система «КАРЬЕР», метод кейсов.

### Введение

Всероссийский Чемпионат по решению топливно-энергетических кейсов (далее Чемпионат) – практико-ориентированный образовательный проект для студентов и аспирантов вузов, обучающихся по направлениям «Горное дело», «Электроэнергетика» и «Геологоразведка». Целью Чемпионата является выявление и поддержка наиболее перспективных студентов энергетического и горного профилей, развитие их профессиональной ориентации и навыков, а также формирование кадрового резерва отрасли [1].

Основной техникой обучения Чемпионата является «метод кейсов». Кейсы Чемпионата имеют инженерную специфику и готовятся на основе реальных производственных и финансовых ситуаций отраслевых компаний и федеральных ведомств. В рамках чемпионата студентам, объединённым в команды, необходимо предложить проект решения кейса, используя теоретические знания, профессиональный опыт, логику и технико-экономические расчёты. Их предложения оценивает специально формируемое экспертное жюри из числа представителей крупнейших горнодобывающих и энергетических предприятий, органов государственного управления, научных образовательных центров, а также отраслевых экспертов и специалистов по бизнес-кейсам.

Отборочные этапы Чемпионата проходят на площадках более чем 30 ведущих вузов России и Казахстана, осуществляющих подготовку кадров для горнодобывающих предприятий и компаний топливно-энергетического комплекса. С 2014 года Магнитогорский государственный технический университет им.Г.И. Носова является участником Всероссийского чемпионата по решению кейсов в области горного дела, а с 2015 года принимает на своей площадке лигу по электроэнергетике. За этот период в этапах Чемпиона-

та, проводимых на базе института горного дела и транспорта ФГБОУ ВПО «МГТУ», приняли участие более 80 студентов, аспирантов и молодых учёных.

В 2015 году в рамках отборочного этапа III-го Всероссийского чемпионата по решению топливно-энергетических кейсов в области горного дела был предложен инженерный кейс «Открывая потенциал». При разработке кейса были использованы данные действующего предприятия, однако в целях конфиденциальности все названия были заменены. В соревнованиях приняли участие 7 команд, а победителем этапа стала команда «Лазурит», предложившая в качестве решения проект по оптимизации работы транспортного комплекса угольного разреза.

### Описание кейса, постановка задач

Угольный разрез расположен в центральной части Сибири, предприятие введено в эксплуатацию в 1965 году. Благодаря внедрению новой техники, производственная мощность предприятия вышла на уровень шесть миллионов тонн угля в год, тем не менее, одной из ключевых задач является увеличение объёма добычи до шести с половиной миллионов тонн. На карьере используется горнотранспортное оборудование для ведения добычных и вскрышных работ (**таблица**).

Особенностью месторождения является уникальный марочный состав его углей, благодаря чему предприятие имеет возможность поставлять свою продукцию как клиентам энергетического сегмента для выработки тепловой и электроэнергии, так и металлургическим предприятиям – в качестве кокса. Увеличение объёмов добычи является приоритетным направлением в стратегии развития предприятия. С целью обеспечения экономической эффективности при повышении годовой производительности разреза произведён анализ состояния автомобильного парка и обоснована необходимость приобретения дополнительных единиц техники.

Таблица

Технические характеристики оборудования для добычных и вскрышных работ и транспортной техники

| Наименование оборудования | Показатели                                 |   |                                |                                  |  |  |
|---------------------------|--|---|--------------------------------|----------------------------------|--|--|
|                           | Техническая производительность, тыс. т/год | Эксплуатационная производительность, тыс. т/год | Количество рабочих единиц, шт. | Количество списочных единиц, шт. | Коэффициент технической готовности (фактический) | Коэффициент технической готовности (требуемый) |
| Добычный комплекс №1      |  |   |                                |                                  |  |  |
| Hitachi EX 1200           | 3 944                                      | 3 403   | 1.6                            | 2.02                             | 0.8  | 0.86   |
| БелАЗ-75138               | 1 420                                      | 1 044   | 4.6                            | 7                                | 0.65   | 0.75   |
| Добычный комплекс №2      |  |   |                                |                                  |  |  |
| ЭШ-10/70                  | 2 485                                      | 2 008   | 0.9                            | 2                                | 0.45   | 0.81   |
| Вскрышной комплекс №1     |  |   |                                |                                  |  |  |
| ЭКГ-8у                    | 2 180                                      | 1 760   | 1.6                            | 2                                | 0.8  | 0.81   |
| ЭКГ-12,5                  | 2 724                                      | 2 200   | 2.6                            | 4                                | 0.65   | 0.81   |
| Вскрышной комплекс №2     |  |   |                                |                                  |  |  |
| ЭКГ-12,5                  | 3 609                                      | 2 865   | 3.9                            | 5                                | 0.78   | 0.79   |
| БелАЗ-75131               | 674  | 515   | 20.8                           | 28                               | 0.74   | 0.77   |
| Вскрышной комплекс №3     |  |   |                                |                                  |  |  |
| Liebherr R984C            | 2 795                                      | 2 411   | 2.1                            | 3                                | 0.7  | 0.86   |
| БелАЗ-75131               | 674  | 515   | 8.8                            | 12                               | 0.73   | 0.76   |
| Вскрышной комплекс №4     |  |   |                                |                                  |  |  |
| Hitachi EX5500            | 10 563                                     | 9 112   | 4.8                            | 6                                | 0.8  | 0.86   |
| БелАЗ-75600               | 1 781                                      | 1 359   | 28.6                           | 38                               | 0.75   | 0.76   |

Для увеличения производственной мощности карьера участникам кейса «Открывая потенциал» было предложено решение следующих задач:

- анализ технической возможности добычи и транспортировки горной массы путём использования существующего горнотранспортного комплекса разреза;
- обоснование вариантов повышения эффективного использования и эксплуатации существующего оборудования, входящего в состав горнотранспортного комплекса разреза;
- разработка комплекса мероприятий, обеспечивающих заданные показатели производительности горнотранспортного комплекса разреза, в том числе в результате приобретения нового оборудования;
- технико-экономическая оценка затрат, необходимых для реализации предлагаемого комплекса мероприятий.

В процессе решения данных задач был выполнен анализ работы оборудования, входящего в состав горнотранспортного комплекса [11]. Установлено, что коэффициент технической готовности добычного и вскрышного оборудования удовлетворяет требуемым плановым значениям. При этом коэффициент технической готовности шагающих экскаваторов ЭШ-10/70 составляет 0.45, что позволяет добычным комплексам выйти на заданный уровень производственной мощности.

Анализ работы транспортного комплекса карьера позволил выявить следующие недостатки: низкие значения коэффициента технической готовности и эксплуатационной производительности автомобилей-самосвалов БелАЗ. Основные причины этого обусловлены недостаточно эффективной организацией работы по проведению плановых и предупредительных ремон-

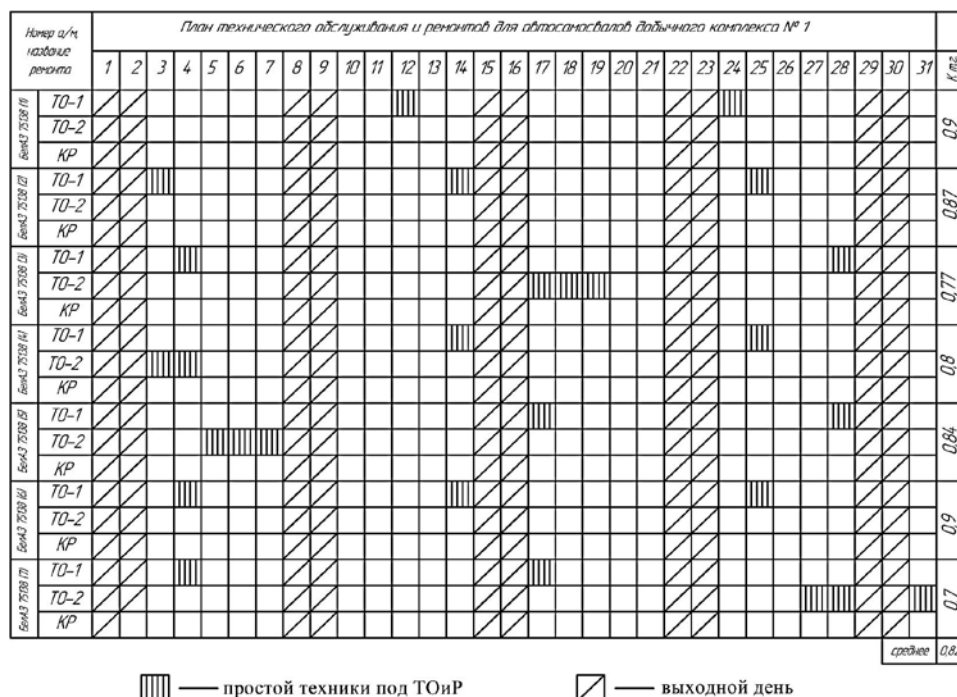
тов, несвоевременностью выполнения технического обслуживания и ремонта (ТОиР), не проработанностью графика ремонтов, отсутствием системы своевременного диагностирования оборудования. В таких условиях работа предприятия без изменения подхода к организации производства и проведения ремонтных работ не позволит достигнуть заданной производственной мощности.

**Рекомендации по повышению производительности автосамосвалов**

Для повышения коэффициента использования транспортного оборудования в составе горнотранспортного комплекса авторами проекта был предложен комплекс организационных мероприятия, включающих разработку программы ремонтов и графиков технического обслуживания и ремонта автосамосвалов, внедрение автоматизированной системы диспетчерского руководства автомобильным транспортом (АСД АТ).

Для достижения требуемого значения коэффициента технической готовности автосамосвалов авторами проекта разработана месячная программа ремонта БелАЗов [2, 3], в основу которой положен учёт следующих факторов: численность автосамосвалов, которое предприятие предполагает приобрести и задействовать в планируемом году; трудоёмкость и расход материалов и запасных частей на ТОиР подвижного состава и на выполнение грузовых перевозок. На рис. 1 представлен разработанный месячный план ТОиР для добычного комплекса № 1.

Для предотвращения внепланового выхода автотранспортной техники из строя и уменьшения простоя выемочно-погрузочной техники предлагается использование автоматизированной системы диспетчерского руководства автомобильным транспортом (АСД АТ).



**Рис. 1. План технического обслуживания и ремонта автосамосвалов**

Анализ опыта создания и эксплуатации АСД АТ в России, начиная с 1978 года, позволил выделить четыре этапа эволюции АСД АТ [10]. Каждый этап характеризуется степенью участия человека в выработке и реализации решений [4].

1. Этап создания систем «ручного режима» – оперативному персоналу представляется информация о работе автосамосвалов, а выбор и реализацию управляющих воздействий производит, например, транспортный диспетчер («Кварцит», Ингулецкий ГОК).

2. Этап создания систем «режима советчика» – система вырабатывает рекомендации по управлению, а решение реализует транспортный диспетчер («Карат» «Пуск», «Томусинский» и «Гранит»).

3. Этап создания систем, работающих в «диалоговом режиме» – оперативный персонал имеет возможность изменять постановку и условия задачи по управлению автосамосвалами («Карат-М», «Гермес» – СевГОК, «Комплект-АТ» – Соколовский карьер ССГОКа).

4. Этап создания систем, работающих в режиме «реального времени».

В период с 1978 по 1985 гг. Центральным научно-исследовательским институтом комплексной автоматизации (ЦНИИКА) разработаны, изготовлены и поставлены на объекты горнорудной промышленности 13 систем типа «Карат» и «Карат-М», некоторые из которых успешно функционировали и находились в промышленной эксплуатации более 15 лет.

Внедрение систем позволило снизить простои автотранспорта в ожидании погрузки в среднем на 15-20%, простои экскаватора в ожиданиях транспорта – на 20%, повысить однородность качества руды, поступающей на обоганительную фабрику, увеличить коэффици-

циент использования грузоподъёмности автотранспорта на 17%, повысить культуру производства. В то же время система «Карат-М» и аналогичные ей системы не позволяли контролировать важные эксплуатационные характеристики работы автосамосвалов, что приводило к необоснованным и завышенным затратам на горючесмазочные материалы, техническое обслуживание и ремонт, а также автомобильные шины [5].

Современный этап создания систем диспетчеризации управления карьерными автосамосвалами воплотился в системе «КАРЬЕР», разработанной специалистами фирмы ООО «ВИСТ Групп».

Система «КАРЬЕР» разработана с целью повышения оперативности управления работой большегрузных самосвалов путём непрерывного обеспечения диспетчерского и управленческого персонала полной информацией о текущем местоположении и техническом состоянии самосвалов. «КАРЬЕР» использует системы глобального спутникового позиционирования GPS и ГЛОНАСС. Система «КАРЬЕР» позволяет повысить производительность горнотранспортного комплекса и жизненный цикл горного оборудования, улучшить контроль качества добываемых полезных ископаемых, уменьшить эксплуатационные издержки и расходы горюче-смазочных материалов [6, 7, 14, 15].

Система «КАРЬЕР» представляет собой информационную систему, которая связывает между собой источники и потребителей информации с помощью каналов передачи информации (**рис. 2**). В качестве источников информации используются датчики местоположения, скорости, технического и эксплуатационного состояния автосамосвалов и его отдельных узлов и агрегатов, а также актуальная цифровая модель горных работ разреза. Потребителями информации являются диспетчерский центр разреза и другие инженерные службы предприятия, занимающиеся обработкой статистических данных [6].

Следует отметить, что компания «ВИСТ-Групп» тесно сотрудничает с ОАО «БелАЗ». Систему «КАРЬЕР» используют более 50 металлургических и горнодобывающих компаний России, Украины, Казахстана, Монголии: ОАО «Мечел», ОАО «Угольная компания «Кузбассразрезуголь», «ЕвроХим», ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», АО «Дальневосточная генерирующая компания», «СУЭК», ПАО «Северсталь», «МЕТИНВЕСТ ХОЛДИНГ», «ENRC».



«ЭРДЭНЭТ» [10, 12].



Рис. 2. Структурная схема диспетчеризации системы «КАРЬЕР» с модулем «Эксплуатационные затраты»

Для обеспечения заданных показателей горно-транспортного оборудования с использованием системы «КАРЬЕР» на рассматриваемом угольном разрезе авторами проекта предложено внедрение дополнительного информационного модуля «Эксплуатационные затраты». Модуль «Диспетчеризация мобильного оборудования» является базовым в данной системе и предназначен для выполнения следующих операций: координация рабочих органов горнотранспортного оборудования; контроль перемещения автосамосвалов в режиме реального времени; учёт перевезённого груза; контроль состояния автосамосвалов. Модуль «Эксплуатационные затраты» обеспечивает выполнение ряда дополнительных функций: контроль расхода горюче-смазочных материалов; проведение технического обслуживания и ремонта автосамосвалов; учёт состояния и расхода шин автосамосвалов; подготовка отчёта об эксплуатационных затратах.

Данный модуль создан с целью разработки методов управления эксплуатационными затратами на транспортную работу карьерного автотранспорта и достижения рациональных значений основных параметров, характеризующих эффективность работы автотранспортного оборудования в результате получения и

использования информации о его состоянии и положении на всех этапах транспортного цикла в реальном времени. На структурном уровне в состав модуля входят подпрограммы контроля и управления отдельными видами эксплуатационных затрат [8].

### Заключение

Для оценки экономической эффективности проекта произведён расчёт затрат [9], необходимых для реализации предлагаемого комплекса мероприятий. Размер капитальных разовых затрат составляет около пяти млн руб., эксплуатационных – около двух млн руб., при этом анализ структуры эксплуатационных затрат на транспортировку выявил, что затраты на горюче-смазочные материалы, шины, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава, а также заработанную плату водителей составляет 30% от общих эксплуатационных затрат.

Внедрение на предприятии графика своевременного технического обслуживания и ремонта позволяет обеспечить достижение заданных объемов добычи полезного ископаемого без увеличения численности автотранспортных средств. Использование системы «КАРЬЕР» с дополнительным модулем «Эксплуатационные затраты» позволит снизить затраты на горюче-смазочные материалы и расход шин на 9% и на 6% соответственно, снизить затраты на техническое обслуживание и ремонт автосамосвалов на 10%, получить экономический эффект свыше 43 млн руб.

### Список литературы

1. Положение Всероссийского чемпионата по решению топливно-энергетических кейсов. URL: <http://vseros.yminer.fondsmena.ru/article/1/>. Дата обращения: 22.10.2015.
2. Циперфин И. М. Техническое обслуживание и ремонт автосамосвалов БелАЗ. М.: Высшая школа, 1982. 304 с.
3. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. М.: Транспорт, 1986. 72 с.
4. Камынин Ю. Н., Зильберман Я. С. Автоматизация карьерного транспорта. М.: Недра, 1991. 224 с.
5. Васильев М.В. Транспорт глубоких карьеров. М.: Недра, 1983. 296 с.
6. Клебанов А.Ф., Владимиров Д.Я., Рыбак Л.В. Система диспетчеризации большегрузных автосамосвалов «Карьер» на разрезе «Черниговский»: структура, функциональность, экономическая эффективность // Горная промышленность. 2003. № 1. С. 52–56.
7. Система диспетчеризации «КАРЬЕР» // Официальный сайт ООО «ВИСТ-Групп». URL: <http://vistgroup.ru/products/carier/>. Дата обращения: 24.10.2015.
8. Рыбак Л. В. Совершенствование организации работы карьерного автотранспорта на основе компьютерных технологий. URL: <http://www.dissercat.com/content/sovershenstvovanie-organizatsii-raboty-karernogo-avtotransporta-na-osnove-kompyuternykh-tekh>. Дата обращения: 25.10.2015.
9. Баскакова Н. Т. Экономика и менеджмент горного производства. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2014. 182 с.
10. Топунов Д., Аверкин В., Шляга С. Автоматизированные системы, повышающие эффективность управления карьерным транспортом / Материалы VIII Междунар. науч. практ. конф. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. С. 127–132.
11. Осинцев Н.А. Практикум по организации грузовых автомобильных перевозок. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2014. 121 с.
12. Официальный сайт системы WencoSystem®. URL:

- <http://www.wencomine.com/>. Дата обращения: 24.10.2015.
13. Бурмистров К.В., Шакшакаев А.Н., Осинцев Н.А., Бурмистрова И.С. Влияние ширины транспортной бермы на технико-экономические показатели карьера // Современные проблемы транспортного комплекса России. 2014. №1(5). С. 42-45.
  14. MICROMINE Completes Stage One of Pitram Automated Data Collection Project at Diavik Diamond Mine. URL: <http://www.reuters.com/article/idUSnCCNb2mJW5+1c6+MKW20130716#zJA2SVLGpe8qrJuj.97>. Дата обращения: 24.10.2015.

15. Пыталев И.А., Рыльников А.Г. Информационные системы управления качеством рудопотоков на горном предприятии / Под науч. ред. Д.Р. Каплунова. М.: МедиаМир, 2015. 188 с.

### Сведения об авторах

**Федорина Анна Владимировна** – магистрант кафедры «Промышленный транспорт» ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Россия. Тел.: +7-963-093-68-11. E-mail: anyuta.fedorina@yandex.ru.

**Шаронова Анастасия Александровна** – студент кафедры «Промышленный транспорт» ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Россия. Тел.: +7-968-122-76-76. E-mail: sharonova-nas@mail.ru.

**Осинцев Никита Анатольевич** – канд. техн. наук, доц., ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Россия. Тел.: +7-3519-29-85-16. E-mail: osintsev@magtu.ru.

**Пыталев Иван Алексеевич** – канд. техн. наук, доц., ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Россия. Тел.: +7-3519-29-85-56. E-mail: vehicle@list.ru.

### INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

## THE USAGE OF DISPATCH CONTROL SYSTEM TO IMPROVE PRODUCTIVITY OF DUMP TRUCKS (ON THE EXAMPLE OF THE COAL MINE)

**Fedorina Anna Vladimirovna** – Undergraduate Student, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia. Phone: +7-963-093-68-11. E-mail: anyuta.fedorina@yandex.ru.

**Sharonova Anastasiya Aleksandrovna** – Student, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia. Phone: +7-968-122-76-76. E-mail: sharonova-nas@mail.ru.

**Osintsev Nikita Anatolievich** – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia. Phone: +7-3519-29-85-16. E-mail: osintsev@magtu.ru.

**Pytalev Ivan Alekseevich** – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia. Phone: +7-3519-29-85-56. E-mail: vehicle@list.ru.

**Abstract.** The article represents «The potential opening» engineering case decision results of the All-Russian Championship Preliminaries winner-team (the championship is in dealing with fuel and energy cases solutions). The authors suggest action plans to improve the dump truck productivity at opencast coal mine, including repair program design, technical service and cars renovation charts and implementation of automobile transport dispatcher manual computer-aided system «KARYER» («open-cut») with «the operating costs' module». The measures implementation will allow to increase the open cut productive capacity up to 6,5 million tons of coal a year, to cut down on operating expenses for combustive and lubricating materials, tires, tuning up of motor vehicles and to get cost impact up to 43 million rubles.

**Keywords:** mining and convey complex, open-cut mine, dump truck, technical readiness coefficient, productivity, supervisory control, technical servicing and repair, «KARYER» system, case method.

### References

1. Polozhenie Vserossiyskogo chempionata po resheniju toplivno-jenergeticheskikh kejsov. [Russia-wide championship provisions in dealing with fuel and energy cases]. Available: <http://vseros.yminer.fondsmena.ru/article/1/> [2015, October 22].
2. Ciperafin I. M. Tehnicheskoe obsluzhivanie i remont avtosamosvalov BelAZ. [Technical servicing and repair provisions of dump trucks BelAZ]. Moscow: High School, 1982, 304 p.
3. Polozhenie o tehničeskom obsluzhivanii i remonte podvizhnogo sostava avtomobil'nogo transporta. [Technical servicing and repair provisions of road transport vehicles]. Moscow: Transport, 1986, 72 p.
4. Kamynin U. N., Zilberman Ja. S. Avtomatizacija kar'ernogo transporta. [Open-cut transport automatization]. Moscow: Subsoil resources, 1991, 224 p.
5. Vasiljev M.V. Transport glubokih kar'erov. [Open-cut transport]. Moscow: Subsoil resources, 1983, 296 p.
6. Klebanov A.F., Vladimirov D.Ya., Ribak L.V. Sistema dispetcherizacii bol'shegruznyh avtosamosvalov «Kar'er» na razreze «Chernigovskij»: struktura, funkcional'nost', jekonomicheskaja jeffektivnost'. [Dispatch system of heavy-duty dumptrucks «Karyer» («open pit») in terms of coal strip mine «Chernigovskij»: out-structure, functionality, financial viability] // Mining Industry. 2003, no. 1, pp. 52-56.
7. Sistema dispetcherizacii «KAR'ER» [Dispatch system of dumptrucks

«Karyer» («open pit»)] // Oficial'nyj sajt OOO «VIST-Grupp» [LLC «VIST-Group» official website]. Available: <http://vistgroup.ru/products/carier/> [2015, October 24].

8. Ribak L.V. Sovershenstvovanie organizacii raboty kar'ernogo avtotransporta na osnove komp'yuternykh tehnologij [Pit-run transport work perfection on the basis of computer technologies]. Available: <http://www.dissertat.com/content/sovershenstvovanie-organizacii-raboty-kar'ernogo-avtotransporta-na-osnove-kompyuternykh-tekh> [2015, October 11].
9. Baskakova N.T. Jekonomika i menedzhment gornogo proizvodstva. [Mining industry management and economy]. Magnitogorsk: Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2014, 182 p.
10. Topunov D., Averkin V., Shlyaga S. Avtomatizirovannye sistemy, povyshajushhie jeffektivnost' upravlenija kar'ernym transportom. [Computer-based systems, which improve the efficiency of pit-run transport management] / Materialy VIII Mezhdunar. nauch. prakt. konf. [Materials of the VIII international workshop] Yekaterinburg: Ural Department of Russian Academy of Science, 2005, pp. 127-132.
11. Osintsev N.A. Praktikum po organizacii gruzovyh avtomobil'nyh perevozok. [The Case study of trucking organization]. Magnitogorsk: Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2014, 121 p.
12. Oficial'nyj sajt sistemy WencoSystem®. [WencoSystem® official website]. Available: <http://www.wencomine.com/> [2015, October 24].
13. Burmistrov K.V., Shakhshakpaev A.N., Osintsev N.A., Burmistrova I.S. Vliyanie shiriny transportnoj bermy na tekhniko-ehkonomicheskie pokazateli kar'era [Width influence of transport berm to the technical and economic indicators of quarry] // Sovremennye problemy transportnogo kompleksa Rossii [Modern Problems of Russian Transport Complex]. 2014, no. 1(5), pp. 42-45.
14. MICROMINE Completes Stage One of Pitram Automated Data Collection Project at Diavik Diamond Mine. Available: <http://www.reuters.com/article/idUSnCCNb2mJW5+1c6+MKW20130716#zJA2SVLGpe8qrJuj.97> [2015, October 24].
15. Pytalev I.A., Rylnikov A.G. Informatsionnye sistemy upravlenija kachestvom rudopotokov na gornom predpriyatii [Information management system of ore mineral stream quality at mining plants] / Editor by D.R. Kaplunov. Moscow: MediaMir, 2015, 188 p.